



JURNAL RISTEK

Riset Teknik Elektro

VOL. 2 - NO. 2 – DESEMBER 2013

ISSN : 2089-9963

Aplikasi Kecerdasan Buatan Dalam Prediksi Besar Dan Letak Kebocoran Pada Saluran Pipa Air Distribusi (Studi Kasus Pdam Makassar)

A.Ejah Umraeni Salam, Muh.Tola, Mary Selintung, Farouk Maricar

Prototipe Robot Pendeteksi Api Untuk Deteksi Dini Ancaman Kebakaran

Rhiza S. Sadjad, Andani Ahmad, Indrabayu, Zaenab Muslimin, Fitriyanti Mayasari

Studi Empiris Karakteristik Kanal Land Mobile Satellite Pada Daerah Ekuator

Zulfajri Basri Hasanuddin, Ingrid Nurtanio, Christoforus dan Elly Warni

Penapisan Harmonisa Rangkaian Inverter menggunakan Snubber

Faizal Arya Samman, Rizkiyanti Ahmad, Mutiah Mustafa

Sistem Aplikasi Kamus Penerjemah Bahasa Indonesia - Lontara Bugis Berbasis Metode Binary Search Dan Parsing Tree

Syafaruddin, Jumadil Nangi, Nadjamuddin Harun

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

DAFTAR ISI

Aplikasi Kecerdasan Buatan Dalam Prediksi Besar Dan Letak Kebocoran Pada Saluran Pipa Air Distribusi (Studi Kasus Pdam Makassar)
A.Ejah Umraeni Salam, Muh.Tola, Mary Selintung, Farouk Maricar. . . . 1-4

Prototipe Robot Pendeteksi Api Untuk Deteksi Dini Ancaman Kebakaran
Rhiza S. Sadjad, Andani Ahmad, Indrabayu, Zaenab Muslimin, Fitriyanti Mayasari. 5-9

Studi Empiris Karakteristik Kanal *Land Mobile Satellite* Pada Daerah Ekuator
Zulfajri Basri Hasanuddin, Ingrid Nurtanio, Christoforus dan Elly Warni..... 10-14

Penapisan Harmonisa Rangkaian Inverter menggunakan Snubber
Faizal Arya Samman, Rizkiyanti Ahmad, Mutiah Mustafa 15-18

Sistem Aplikasi Kamus Penerjemah Bahasa Indonesia - Lontara Bugis Berbasis Metode *Binary Search* Dan *Parsing Tree*
Syafaruddin, Jumadil Nangi, Nadjamuddin Harun 19-24

STUDI EMPIRIS KARAKTERISTIK KANAL *LAND MOBILE SATELLITE* PADA DAERAH EKUATOR

Zulfajri Basri Hasanuddin, Ingrid Nurtanio, Christoforus dan Elly Warni

Teknik Telekomunikasi dan Informasi, Jurusan Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Jl. Perintis Kemerdekaan Km.10 Tamalanrea, Makassar, Sulawesi Selatan

Abstrak -- Penelitian ini membahas pengukuran dan analisis signal strength satelit GPS pada daerah ekuator dengan menggunakan beberapa software pada sistem operasi Windows dan Linux. Tujuan dari penelitian ini adalah mengamati karakteristik serta gangguan-gangguan pada kanal komunikasi Mobile Satellite (MS). Penelitian telah dilakukan pada lima lokasi di beberapa titik yang berbeda di Indonesia, yaitu Kota Tangerang, Kota Marabahan, Kota Banjarbaru, Kota Palopo, dan Kota Malino dengan kondisi yang sama (kecuali Kota Marabahan dengan kondisi malam hari).

Penelitian ini menggunakan dua metode pengambilan data yaitu keadaan LOS dan keadaan NLOS (moderate dan heavy). Software-software yang digunakan pada Sistem Operasi Linux (Ubuntu v 10.04) yaitu, GPSd (GPS Daemon), GPSPipe, dan XGPS sedangkan untuk software pada Sistem Operasi Windows yaitu, MATLAB 7.6 dan MS Office Excel 2010. Software-software tersebut sudah mempunyai kemampuan menampilkan posisi satelit dan user beserta informasi yang sangat penting tanpa harus menerima data mentah lagi pada NMEA baik dalam kondisi fix dan mobile, akan tetapi penelitian ini hanya terfokus dimana user (pengguna GPS receiver) berada pada kondisi fix (diam) saja. Data NMEA dari 12 satelit yang dikumpulkan dengan menggunakan GPSPipe disortir dan diolah dalam bentuk grafik yang menampilkan kualitas signal strength dari setiap satelit. Untuk tampilan visual dari kondisi tiap satelit dapat dilihat dengan menggunakan XGPS.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi yang memiliki kualitas kekuatan sinyal yang paling baik adalah kondisi LOS Palopo di mana 12 satelit berada dalam kondisi baik dan masing-masing memiliki kualitas kekuatan sinyal yang berkisar dari 43 dBHz sampai di 49 dBHz. Hasil pengamatan menyatakan bahwa satelit yang memiliki kualitas kekuatan sinyal tertinggi dikirimkan oleh PRN 15 pada kondisi Heavy Kota Tangerang dengan nilai sebesar 50 dBHz.

Hasil dari penelitian ini berguna dalam penyediaan data statistik mengenai kondisi dari sinyal satelit GPS pada titik-titik tertentu beberapa lokasi di Indonesia yang mana kedepannya akan bermanfaat dalam pengembangan teknologi komunikasi Mobile Satellite seperti GPS pada mobil, ATM berjalan, perpustakaan digital dan masih banyak lagi aplikasi-aplikasi lainnya.

Kata Kunci: GPS, Ekuator, LOS, NLOS, NMEA, XGPS.

I. PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

GPS merupakan sistem radio navigasi dan penentuan posisi menggunakan satelit. Sistem ini dapat digunakan oleh banyak orang dan dalam segala macam cuaca, serta didesain untuk memberikan informasi mengenai posisi dan waktu secara kontinyu di seluruh dunia. Saat ini GPS mulai banyak diaplikasikan di Indonesia, terutama yang terkait dengan dengan aplikasi-aplikasi yang menuntut informasi tentang satelit.

Banyak cara yang telah dilakukan untuk meningkatkan kekuatan/kinerja dari GPS, diantaranya adalah DGPS (Differential Global Positioning System), dan SBAS (Satellite Base Augmentation System).

Kualitas Signal Strength dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu :

Sudut Elevasi dan Azimuth PRN Satelit GPS. Semakin besar sudut elevasi dan azimuth maka posisi PRN satelit semakin dekat dengan GPS receiver sehingga sinyal lebih baik diterima. Akibat banyaknya keterbatasan-keterbatasan yang telah dimiliki oleh GPS, untuk penggunaannya pada berbagai aplikasi, maka pada penelitian ini kami mengumpulkan data dan menganalisa bagaimana perbandingan level kekuatan/ kualitas sinyal yang diterima oleh GPS dalam berbagai kondisi dengan menggunakan GPS Handheld receiver (GPS tipe genggam) yang sudah terintegrasi langsung ke PC/komputer tanpa perlu menggunakan mikrokontroler.

Kurangnya penelitian mengenai satelit GPS menyebabkan minimnya data mengenai kondisi kekuatan sinyal satelit GPS di Indonesia. Dengan penelitian ini maka secara langsung dapat menambah jumlah data statistik dari kondisi sinyal satelit GPS di Indonesia yang mana nantinya akan bermanfaat untuk proses pengembangan teknologi dan aplikasi dari komunikasi satelit via satelit GPS di Indonesia kedepannya. Selain itu juga dapat membantu dalam penyediaan data global yang mana saat ini data mengenai kondisi sinyal satelit GPS masih sangat minim untuk Indonesia sehingga secara langsung dapat memberikan gambaran dan referensi mengenai karakteristik dari sinyal satelit GPS di Indonesia kepada dunia.

I.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

- Memahami karakteristik kanal mobile satelit, khususnya mengenai kekuatan sinyal pada daerah ekuator yaitu di Indonesia.
- Memahami penyebab gangguan-gangguan MS pada daerah ekuator dengan mempelajari karakteristik kanal MS pada daerah tersebut.
- Membandingkan hasil pengamatan untuk setiap kondisi yang berbeda-beda, baik berpenghalang ataupun tanpa penghalang.
- Membandingkan hasil pengamatan yang telah di dapatkan dengan hasil yang di dapatkan pada daerah Indonesia lainnya.

I.3 Rumusan Masalah

Bagaimana menganalisis kekuatan sinyal terima dari satelit GPS yang seharusnya tidak hanya dapat mengukur koordinat posisi *user* yaitu *longitude* (bujur) dan *latitude* (lintang) serta *altitude* (ketinggian) secara realtime pada beberapa lokasi di Indonesia .



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

I.4 Batasan Masalah

Parameter-parameter GPS yaitu posisi, kecepatan, waktu, percepatan, frekuensi, azimuth geodetik, attitude parameters, TEC (Total Electron Content), WVC (Water Vapour Content), Parameter Orientasi Bumi, Tinggi Orthometrik, Undulas Geoid, defleksi Vertikal. Akan tetapi bagian teknologi GPS yang dibahas hanyalah *signal strength* dan melakukan pengambilan data dalam 2 kondisi, yakni kondisi tanpa penghalang dan kondisi dengan adanya penghalang.

Wilayah topografi yang digunakan di 5 lokasi yang berada di Indonesia, yaitu Tangerang (Jawa Barat), Marabahan (Kalimantan Selatan), Palopo (Sulawesi Selatan), Malino (Sulawesi Selatan), dan Banjarbaru (Kalimantan Selatan)

I.5 Metode Penelitian

Dalam penelitian ini ada beberapa metode yang akan kami gunakan yaitu :

Penelitian dilakukan dalam beberapa tahap. Pertama adalah studi literature. Selanjutnya pengambilan data yang terdiri dari beberapa parameter-parameter penting. Jenis-jenis data ini diperoleh dari hasil pengumpulan data suatu lokasi oleh *receiver* GPS yang telah disambungkan dengan PC yang menyimpan data yang telah dikumpulkan oleh *receiver* GPS dengan menggunakan *software* yang menggunakan OS *Linux* sebagai sistem operasinya di beberapa lokasi.

Tidak semua jenis data yang didapatkan berpengaruh dalam menganalisa karakteristik kualitas penerimaan sinyal dari satelit GPS, maka dilakukan pemilihan dan pemilahan data dimana jenis data yang memiliki parameter-parameter yang mempengaruhi karakteristik dari sinyal satelit GPS akan dikumpulkan dan diolah dalam bentuk grafik dengan menggunakan *software Excel* dan *MATLAB v7.7*. Data yang telah diolah ke dalam grafik kemudian dianalisa dan dibandingkan kondisi dengan lokasi pengambilan data yang lain.

II. LANDASAN TEORI

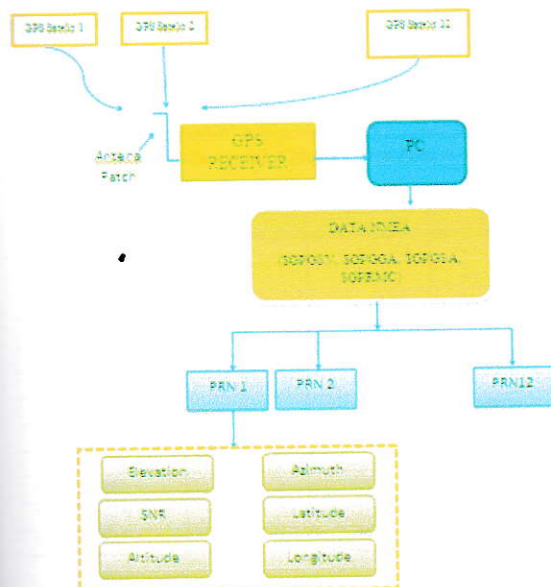
GPS atau **Global Positioning System** adalah suatu sistem navigasi satelit yang terdiri dari 24 satelit beroperasi dan 3 satelit cadangan. Ke-24 satelit itu mengorbit bumi pada jarak 20.200 km dan waktu orbit 12 jam, sambil memancarkan sinyal berita gelombang radio. Departemen Pertahanan AS yang mengoperasikan sistem GPS telah mengatur konfigurasi satelit sedemikian rupa, sehingga semua tempat di bumi dapat menerima sinyal dari 4 sampai 10 satelit. Sebagai penunjuk waktu, masing-masing satelit dibekali dengan 4 buah jam atom yang dapat mengukur waktu dengan ketelitian sepermilyar detik. Teknologi GPS sanggup menentukan lokasi manapun di muka bumi dengan ketelitian kurang lebih 1 meter ^[2].

III. PARAMETER - PARAMETER DAN PERANCANGAN SISTEM PENERIMA GPS

Pada bab ini akan dibahas tentang prosedur penelitian dalam hal proses pengambilan data NMEA dengan menggunakan *software* untuk menghubungkan *receiver* GPS Garmin 18X dengan PC yang bertujuan untuk mengetahui karakteristik kualitas penerimaan sinyal satelit GPS yang dimiliki oleh setiap lokasi pengambilan data berdasarkan parameter-parameter yang terdapat pada data NMEA yang dikumpulkan.

Proses mengolah Data Penerimaan GPS LOS/NLOS dengan mengembangkan *software* berbasis PC dan memberikan keakuratan posisi user oleh GPS *receiver*. Sistem ini akan menampilkan data penerimaan GPS mengenai posisi/ koordinat suatu *user* (pengguna) pada kondisi *fix* maupun *tracking* melalui MAP, menampilkan satelit-satelit yang beroperasi pada GPS *receiver* dan mengetahui kekuatan sinyalnya, mengetahui karakteristik penerimaan GPS saat kondisi LOS/NLOS dengan merekonstruksi data penerimaan GPS pada kondisi LOS, *Moderat* dan *Heavy* pada kondisi *fix* (tetap).

Seperti yang terlihat pada gambar 2. sebagaimana arsitektur kinerja dari suatu GPS dengan output PRN, SNR(dBHz), *Elevation* ($^{\circ}$), *Azimuth* ($^{\circ}$), *Latitude* ($^{\circ}$), *Longitude* ($^{\circ}$) dan *Altitude* (m). Satelit GPS mengirim sinyal pada sistem transmisinya dan akan diterima oleh antena *patch* (*microstrip*) GPS 18X USB dan akan diperkuat oleh *preamplifier* kemudian dikirim melalui kabel data USB 2.0 yang terhubung dengan Laptop/PC kemudian Laptop dengan OS *Linux* akan mengintegrasikan dengan *software* berbasis PC serta menginstal paket data atau driver yang dibutuhkan. Data yang diterima dalam bentuk NMEA mentah dan selanjutnya akan mengalami pengolahan secara statistik dengan laptop *dual boot*.

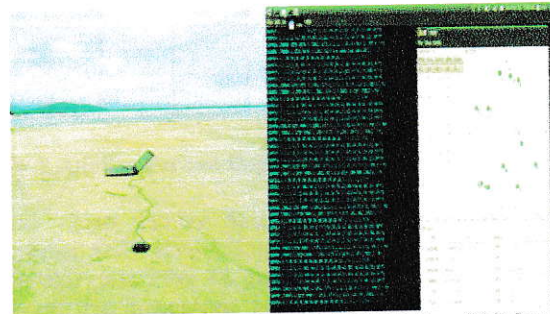


Gambar 2. Arsitektur Kinerja GPS

IV. PENGUJIAN DAN ANALISIS DATA GPS

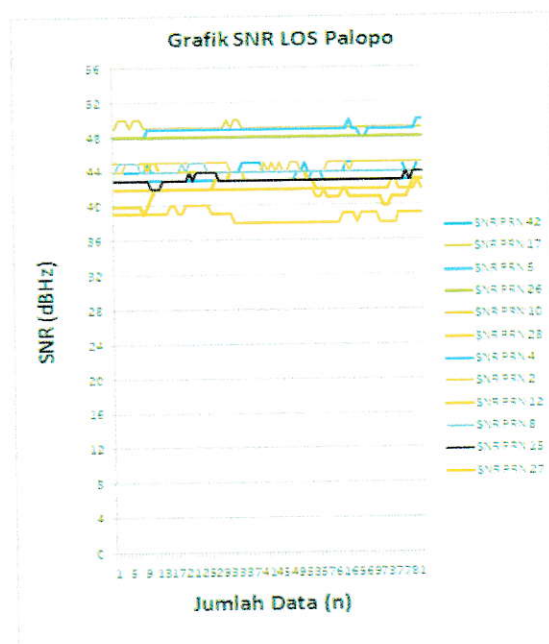
IV.1 Analisa Tiap Kondisi

Berdasarkan gambar 3. di bawah, dapat dilihat bahwa semua satelit yang terbaca pada penerima GPS dalam keadaan aktif. Ini ditandai dengan warna hijau pada satelit. Kondisi ini adalah kondisi LOS ideal di mana seluruh satelit yang tertangkap berada dalam kondisi aktif.



Gambar 3. Lokasi pengambilan data LOS Palopo (kiri) dan data NMEA hasil pengambilan data LOS Palopo (kanan)

Pengukuran dilakukan pada keadaan LOS. Dari gambar 3. posisi penerima GPS diletakkan di daerah pelabuhan pada keadaan tanpa adanya penghalang dalam jarak yang cukup dekat. Hal ini memungkinkan untuk meminimalisasi efek dari *multipath* juga efek bayangan dari penghalang yang ada di sekitar penerima GPS seperti Bangunan yang berada di pelabuhan tersebut yang berjarak 10 meter dari penerima GPS, serta jarak PC dengan penerima GPS sekitar 1 meter. Pengukuran ini dilakukan pada kondisi *clear sky* pada pukul 08.07 WITA.



Gambar 4. Grafik perbandingan SNR setiap PRN (LOS Palopo)

Dari gambar 4, penerimaan SNR yang paling baik ditunjukkan oleh PRN 17 yang memiliki besar *level* sinyal SNR sampai 49 dBHz. Selain dari posisi penerima GPS yang memungkinkan untuk dapat menangkap sinyal transmisi dari satelit GPS karena kondisi lingkungan di sekitar tidak terdapat penghalang, posisi dari satelit GPS juga sangat berpengaruh.

Untuk mengetahui di mana posisi satelit GPS berada, dapat dilihat dengan mengetahui berapa sudut elevasi dan sudut *Azimuth* yang dimiliki oleh satelit GPS tersebut. Seperti yang ditunjukkan oleh gambar 4, di mana PRN 17 yang dapat memancarkan sinyal dengan baik memiliki sudut elevasi sebesar 53° yang menandakan satelit tersebut berada agak dekat dengan penerima GPS, karena semakin besar sudut elevasi suatu satelit GPS maka semakin baik pula sinyal yang dapat diterima oleh penerima GPS. Penyebabnya tidak lain karena semakin besarnya sudut elevasi yang dibentuk oleh suatu satelit GPS terhadap penerima GPS menandakan satelit GPS tersebut berada tepat di atas penerima GPS. Seperti halnya PRN 17, ada juga beberapa satelit yang memiliki sudut elevasi yang agak besar terhadap penerima GPS. Di antaranya PRN 42, PRN 26 dan PRN 5. Karena besarnya sudut elevasi yang terbentuk dari satelit-satelit tersebut, maka sinyal yang diterima oleh penerima GPS memiliki kualitas *level* sinyal SNR yang baik.

Lain halnya dengan yang ditunjukkan oleh PRN 2, di mana satelit ini juga dapat mengirimkan sinyal dengan kualitas yang baik. Meskipun sudut elevasi yang dibentuk terhadap penerima GPS tidak besar (hanya mencapai 19°) tetapi posisi dari satelit ini sendiri benar-benar berada pada posisi yang tidak mendapat gangguan, artinya pengaruh dari efek ionosfer dan troposfer pada daerah di mana posisi satelit ini berada hanya sedikit. Seperti halnya PRN 2 yang tidak terlalu besar mendapat pengaruh dari efek ionosfer dan troposfer, PRN 12 dan PRN 8 dan beberapa PRN lainnya juga mengalami hal yang sama sehingga kualitas *level* sinyal yang diterima oleh penerima GPS tidak mengalami perubahan yang besar.

Tabel 1. Nilai Elevation, Azimuth dan SNR rata-rata (dBHz) tiap satelit pada daerah Palopo untuk kondisi LOS

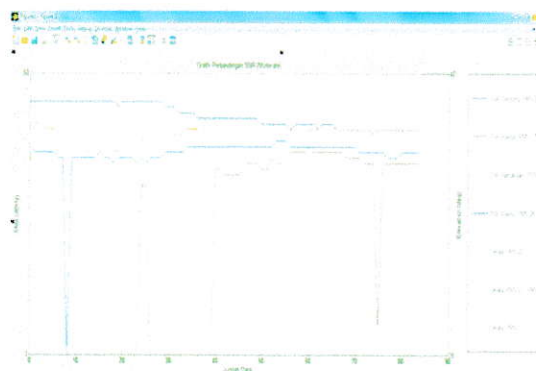
No.	Satelit ID	Elevation	Azimuth	SNR Rata-rata (dBHz)
1	PRN 42	67°	81°	44.31325
2	PRN 17	53°	114°	49.10843
3	PRN 5	42°	306°	48.90361
4	PRN 26	49°	192°	48
5	PRN 10	23°	10°	42.01205
6	PRN 28	20°	160°	43.55422
7	PRN 4	23°	26°	43.07229
8	PRN 2	19°	350°	44.71084
9	PRN 12	18°	293°	42.08434
10	PRN 8	15°	122°	44.14458
11	PRN 15	12°	213°	43.09639
12	PRN 27	6°	222°	38.68675

Satelit ID	PRN 42	PRN 17	PRN 5	PRN 26	PRN 10	PRN 28
Elevation	67°	53°	42°	49°	23°	20°
Satelit ID	PRN 4	PRN 2	PRN 12	PRN 8	PRN 15	PRN 27
Elevation	23°	19°	18°	15°	12°	6°
Satelit ID	PRN 42	PRN 17	PRN 5	PRN 26	PRN 10	PRN 28
Azimuth	81°	114°	306°	192°	10°	160°
Satelit ID	PRN 4	PRN 2	PRN 12	PRN 8	PRN 15	PRN 27
Azimuth	26°	350°	293°	122°	213°	222°

Satelit ID	PRN 42	PRN 17	PRN 5	PRN 26	PRN 10	PRN 28
SNR Rata-rata (dBHz)	44.31325	49.10843	48.90361	48	42.01205	43.55422
Satelit ID	PRN 4	PRN 2	PRN 12	PRN 8	PRN 15	PRN 27
SNR Rata-rata (dBHz)	43.07229	44.71084	42.08434	44.14458	43.09639	38.68675

IV.2 Analisa Perbandingan Kondisi

Dari gambar 5, satelit seperti PRN 22 memiliki kondisi SNR yang cukup stabil, Walaupun hal ini tidak berlaku pada PRN 17 dan PRN 27 di mana kondisi SNR satelit ini mengalami penurunan sampai 0 dBHz. Dari gambar 5 dapat dilihat bahwa setiap satelit yang dibandingkan memiliki nilai sudut elevasi yang hampir sama. Dapat dilihat bahwa pada kondisi ini, satelit dengan sinyal yang paling baik dihasilkan oleh PRN 22 yang menghasilkan rata-rata nilai SNR sebesar 45 dBHz hampir sepanjang waktu pengambilan data, sedangkan satelit rata-rata SNR terendah dihasilkan oleh PRN 26 sebesar 18 dBHz.



Gambar 5. Grafik perbandingan SNR tiap kota kondisi Moderate

V. PENUTUP

V.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diperoleh berdasarkan hasil pengamatan adalah sebagai berikut :

1. Kualitas *signal strength* paling baik yang diterima oleh GPS receiver ditunjukkan pada keadaan LOS.
2. Semakin besar sudut elevasi antara satelit GPS dengan GPS receiver maka sinyal yang diterima akan semakin baik.

3. Kualitas sinyal setiap satelit yang diterima oleh GPS *receiver* sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor di antaranya *multipath fading*, *cycle slips*, troposfer, keadaan sekitar serta efek dari ionosfer.
4. Nilai maksimal SNR yang dikirimkan oleh satelit GPS sehingga dapat ditangkap oleh GPS *receiver* adalah 50 dBHz pada kondisi *Heavy* di Serpong, Tangerang (Jawa Barat).
5. Manfaat data hasil pengamatan ialah dapat digunakan sebagai referensi penggunaan pembangunan teknologi aplikasi *line mobile satellite* di Indonesia.

V.2 Saran

Hasil yang dicapai dalam penelitian ini masih belum sempurna, oleh karena itu kami memberikan beberapa saran antara lain :

1. Pengembangan komunikasi lanjut GPS dapat digunakan pada perangkat *open source linux* dan *distro linux* lainnya sehingga dapat memberikan ide yang lebih cermat dan hemat dalam pembuatan aplikasi-aplikasi yang mempermudah pelacakan, pemetaan serta mengetahui koordinat posisi *user*
2. Sebaiknya penelitian GPS lebih banyak diteliti ke sisi internalnya yang dapat menghasilkan sisi eksternal (output) yang lebih baik misalnya *Signal to Noise Ratio (SNR)* atau *signal strength*, Elevasi, Azimuth, dll.
3. Sebaiknya penelitian GPS juga dilakukan dengan membandingkan kualitas sinyal pada pagi, siang dan malam hari.
4. Sistem GIS dan pemetaan digital GPS perlu juga banyak dikembangkan pada Sistem Operasi *Linux* karena berbasis *open source* seperti *GPS for Google Earth*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abidin, Wan Azlan W. Z., K. Fujisaki and M. Tateiba. "GPS Feasibility in the study of received land mobile satellite signal quality due to an obstacle". Proceedings of the 2006 Internasional Symposium on Antennas and Propagation, November 2006.
- [2] Kaplan E. D., and Hegarty C. J. 2006. *Understanding GPS : Principal an Applications*, Artech House, Inc.
- [3] Smith H., Gardiner J. G. and Burton S. K. 1993. *Measurement on satellite-mobile channel at L and S bands*. Proc. Third Int. Mobile Satellite Conf., IMSC'93.
- [4] Abidin, Hasanuddin Z. 2007. "Penentuan Posisi Dengan GPS Dan Aplikasinya". Jakarta : PT Pradanya Paramita
- [5] Groves K. M., Quinn J. M., Pedersen T.R. and Falinski K. 2000. *A Comparison GPS performance in a scintillation environment at ascension island*. Proc. OfION GPS.
- [6] Cavdar I. H. 2003. *UHF and L band propagation measurement to obtain log-normal shadowing parameters for mobile satellite link design*. IEEE Trans. Antenna Propagation, Vol.51.
- [7] Abidin W. A. W. Z. 2008. "Measurement Of Mobile Satellite Signal Using Hanheld GPS Receiver At Mid- And Low- Latitude Regions". Jepang:Tateiba/Fujisaki Laboratory, Kyushu University.
- [8] Engel .U.2003. "Improving Position Accuracy by Combined Processing of Galileo and GPS Satellite Signal",IEEE Transaction Aerospace and Electronic System, Information Fusion 2008 11 th International Confrence on Publication Year : 2008, Page (s) : 1-8.
- [9] S. Braasch, M and J.Van Dierendonck, A."GPS Receiver Architectures and Measurements".Proceedings of IEEE, Vol. 87, no.1, 1999.
- [10] Garmin Internasional, Inc, 2008, "Garmin Proprietary NMEA 0183 Sentences TECHNICAL SPECIFICATIONS. Jurnal. Revision C. <http://www.garmin.com/garmin/cms/site/id>. Diunduh pada 5 September 2013.
- [11] NMEA. 2012. "NMEA 2012 Conference and Expo Dates Sheet". Jurnal. Bagian 1. <http://www.nmea.org> Diakses pada 5 September 2013.
- [12] F. Butsch. GPS and GLONASS radio Interference in Germany. *Proceeding of ION*, 1999.